

УДК 625.855.4

Е. А. РОМАСЮК, В. Л. БЕСПАЛОВ, Д. В. ГУЛЯК, А. Г. ДОЛЯ, В. П. ДЕМЕШКИН, Ю. В. БЕЛОУС, Л. А. КУРКЧИ
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

В работе исследовано влияние агрессивных сред в виде водных растворов солей, кислот и попеременного замораживания-оттаивания на усталостную долговечность асфальтобетонов под действием динамических нагрузок. Установлено, что наибольшей устойчивостью к воздействию агрессивных сред обладают асфальтобетоны с комплексно-модифицированной структурой, которая включает введение полимерных добавок в органические вяжущие и активацию поверхности минеральных материалов растворами полимеров.

асфальтобетон, усталостная долговечность, модификатор, агрессивная среда

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Основной причиной снижения сроков службы асфальтобетонных покрытий дорог является возникновение деформаций и разрушений под действием механических напряжений от транспортных средств и агрессивных растворов (чаще всего антигололедных реагентов), что связано с недостаточной коррозионной устойчивостью применяемых асфальтобетонов. Асфальтобетон разрушается главным образом при длительном или попеременном увлажнении – высыхании, а также в результате попеременного замораживания и оттаивания [1–3]. Вода, замерзающая в порах асфальтобетона, увеличиваясь в объеме на 9 %, вызывает напряжения растяжения в стенках пор и внутреннее разуплотнение структуры материала при попеременном замораживании – оттаивании [4, 5]. Химическая стойкость асфальтобетонного покрытия в отношении агрессивных сред определяется способностью битума противостоять агрессивной среде, степени водонасыщения и набухания в агрессивной среде, коэффициентом диффузии, характеризующим скорость проникновения среды в покрытие, устойчивостью к агрессивной среде минерального материала, сохранением прочностных свойств асфальтобетона.

Химические реагенты, находящиеся в воде, взаимодействуют с компонентами асфальтобетона, разрушают его структуру и снижают важнейшие показатели его технических свойств. Эти процессы приводят к увеличению количества полярных групп и растворимости отдельных компонентов битума, вызывая изменения в групповом составе органического вяжущего, это приводит в дальнейшем к химическому взаимодействию и вымыванию растворимых продуктов реакции карбоната кальция из тонкодисперсного известнякового наполнителя. Действие динамических нагрузок способствует еще большему раскрытию трещин. Это приводит к более интенсивному проникновению агрессивных сред внутрь структуры материала и тем самым значительно снижает усталостную долговечность асфальтобетона [6, 7].

В исследованиях ХНАДУ [1, 2] показано, что под влиянием воды, растворов солей (NaCl), кислот (H₂SO₄, HCl) и ПАВ разрушение асфальтобетона происходит в результате локальных разрушений битумной пленки с последующим прониканием агрессивных сред сквозь битумную прослойку и дальнейшему развитию трещин по адгезионным связям. Характерно, что интенсивность развития трещин зависит от вязкости битума, его содержания, адгезии к минеральным материалам, гранулометрического состава и плотности асфальтобетона, а также от температурного фактора [1–5].

В связи с этим представляет интерес изучение влияния агрессивных сред на усталостную долговечность стандартных и модифицированных асфальтовых бетонов под воздействием кратковременных циклических нагрузок.

© Е. А. Ромасюк, В. Л. Беспалов, Д. В. Гуляк, А. Г. Доля, В. П. Демешкин, Ю. В. Белоус, Л. А. Куркчи, 2016

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве базового битума для приготовления дорожных асфальтобетонов принят БНД 60/90 Павлодарского НПЗ, дата изготовления – март 2012 г. (паспорт качества № 6 от 29.03.2012) асфальтобетоны типов «А» и «Б» (составы В. А. Золотарева) [1]; асфальтобетон типа «Б», комплексно-модифицированный этиленглицидилакрилатом (битум модифицирован 2 % мас. Elvaloy-AM и 0,5 % мас. полифосфорной кислоты ПФК-105, и поверхностно-активированные минеральные материалы: 0,7 % мас. Elvaloy-AM); щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), стабилизированный гранулированной целлюлозной добавкой на основе битума Antrocel-G; литой асфальтобетон с комплексно-модифицированной микроструктурой (битум модифицирован 2 % СКМС-30 и 30 % технической серы, МП поверхностно-активированный 0,5 % мас. СКМС-30 [8, 9].

Гранулометрический состав минеральной части принятых асфальтобетонов представлен полными остатками на соответствующих ситах (мм). Асфальтобетон типа «А» (состав проф. В. А. Золотарева): 15...10 – 29 %; 10...5 – 21 %; 5,0...2,5 – 15 %; 2,50...1,25 – 1 %; 1,25...0,63 – 8 %; 0,630...0,315 – 11 %; 0,315...0,140 – 5 %; 0,140...0,071 – 3 %; минеральный порошок – 7 %. Тип «Б» (состав проф. В. А. Золотарева): 15...10 – 22,8 %; 10...5 – 17,2 %; 5,0...2,5 – 17,2 %; 2,50...1,25 – 12,8 %; 1,25...0,63 – 8,3 %; 0,630...0,315 – 6,5 %; 0,315...0,140 – 4,8 %; 0,140...0,071 – 3,2 %; минеральный порошок – 7,2 %. Литой асфальтобетон (состав проф. В. И. Братчуна): 15...10 – 22,8 %; 10...5 – 17,2 %; 5,0...2,5 – 12,8 %; 2,50...1,25 – 12,8 %; 1,25...0,63 – 7,3 %; 0,630...0,315 – 6,5 %; 0,315...0,140 – 3,1 %; 0,140...0,071 – 0 %; минеральный порошок – 17,5 %. Состав ЩМА-10: 15...10 – 50 %; 10...5 – 25 %; 5,0...2,5 – 5 %; 2,50...1,25 – 2 %; 1,25...0,63 – 2 %; 0,630...0,315 – 2 %; 0,315...0,140 – 2 %; 0,140...0,071 – 2 %; минеральный порошок – 10 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Из рис. 1 (нагрузка частотой в 1 Гц, напряжение – 0,40–0,45 МПа при температуре 20 °С) следует, что водонасыщение негативно влияет на усталостную долговечность. Уменьшение количества циклов до разрушения у стандартного горячего асфальтобетона типа «Б» после 30 суток водонасыщения составляет более 30 %. Значительно более стойкими к водной среде оказались асфальтобетоны с комплексно-модифицированной структурой. Снижение количества циклов до разрушения асфальтобетона комплексно-модифицированного этиленглицидилакрилатом марки Elvaloy-AM составило не более 10 %. Модифицированный литой асфальтобетон закономерно имеет большую стойкость к действию водонасыщения (снижение долговечности составило около 2 %). Это свидетельствует о том, что комплексная модификация структуры литого асфальтобетона бутадиевметилстирольным каучуком приводит к повышению адгезии и когезии структурированного модифицированного вяжущего, что позволило значительно снизить количество внутрискруктурных пор и пустот в бетоне и, следовательно, повысить плотность модифицированного асфальтобетона и снизить водонасыщение и набухание композиционного материала [5, 8, 10].

На рис. 2 показано влияние количества циклов до разрушения (нагрузка частотой в 1 Гц, напряжение – 0,40–0,45 МПа при температуре 20 °С) исследуемых асфальтобетонов после 20 циклов попеременного замораживания-оттаивания:

- 1) замораживание – в течение 12 ч при температуре минус 18 °С;
- 2) оттаивание (полное размораживание) – в течение 12 ч при комнатной температуре в воде с температурой 18–23 °С.

После 20 циклов попеременного замораживания-оттаивания усталостная долговечность горячего асфальтобетона типа «Б» снизилась более чем на 50 %; долговечность асфальтобетона с комплексно-модифицированной структурой Elvaloy-AM снизилась на 25 %; комплексно-модифицированного литого асфальтобетона – на 20 %.

В качестве агрессивных химических сред, с целью исследования их влияния на долговечность асфальтобетона, были приняты: вода, 5%-й раствор соли (NaCl), 2%-й раствор соляной кислоты (HCl) в соответствии с исследованиями, выполненными под руководством проф. В. А. Золотарева в ХНАДУ [1, 2]. Результаты испытаний приведены на рис. 3.

Хлориды, содержащиеся в растворах солей и кислот, способствуют более глубокому прониканию растворов в поры и микротрещины асфальтобетона, значительно ослабляя тем самым прочность коагуляционных контактов. При этом величина насыщения и набухания асфальтобетона раствором соли NaCl в 1,5 раза выше, чем водой. По этой причине усталостная долговечность мелкозернистого асфальтобетона после 15 суток выдерживания в водном растворе NaCl и HCl снижается на 15...20 % [3, 6, 7].

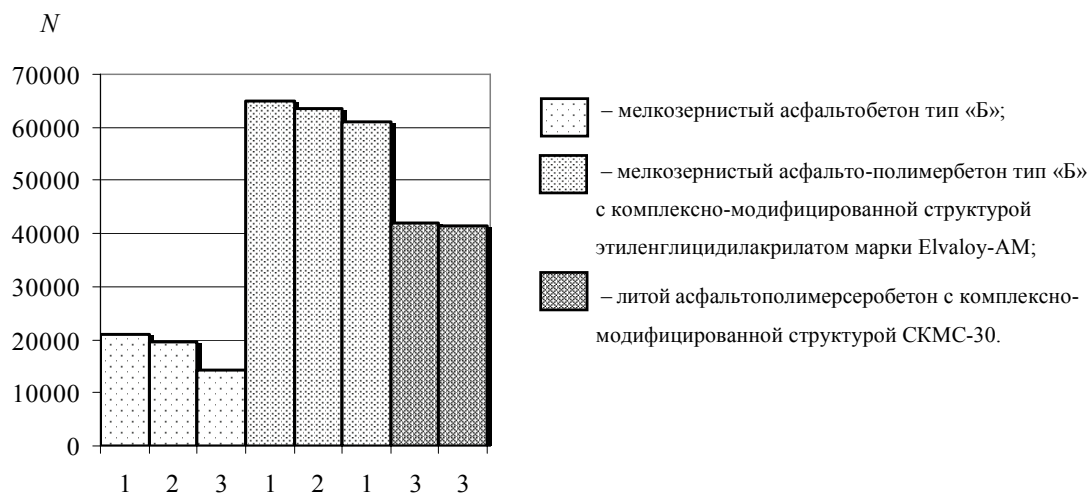


Рисунок 1 – Сравнение значений усталостной долговечности различных типов асфальтобетонов (N) в зависимости от времени водонасыщения: 1 – без водонасыщения; 2 – после 15 суток водонасыщения; 3 – после 30 суток водонасыщения.

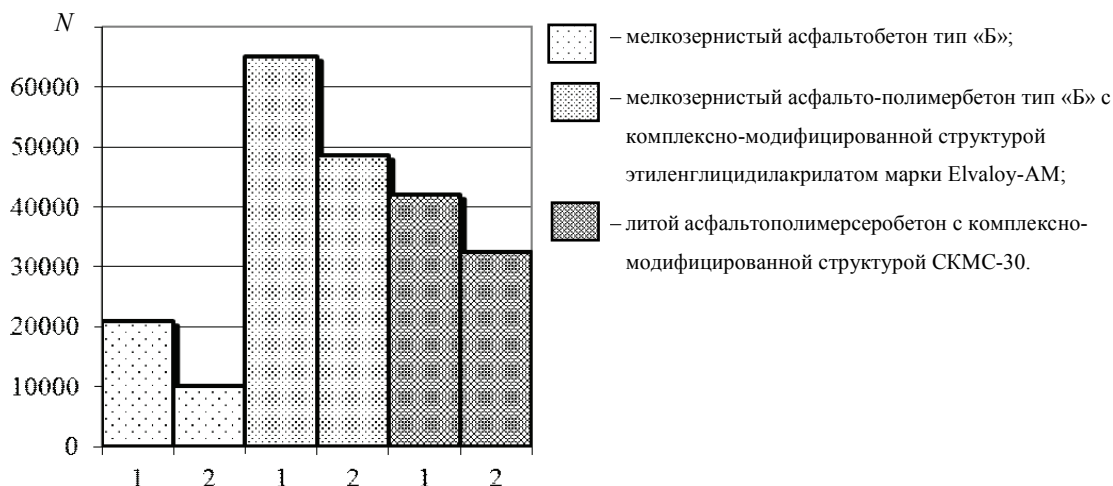


Рисунок 2 – Зависимость усталостной долговечности различных типов асфальтобетонов (N) после попеременного замораживания-оттаивания: 1 – без замораживания-оттаивания; 2 – после 20 циклов замораживания-оттаивания.

Таким образом, асфальтобетоны с комплексно-модифицированной структурой характеризуются более высокой усталостной долговечностью при действии различных агрессивных сред.

ВЫВОДЫ

Исследована усталостная долговечность асфальтобетонов при действии различных агрессивных сред (вода, растворы солей и кислот). Наиболее устойчивым к действию агрессивных сред является литой асфальтобетон с комплексно-модифицированной структурой, в котором битум модифицирован 2,0 % мас. бутадиенметилстирольным каучуком СКМС-30 + 30 % технической серы, а минеральный порошок поверхностно активирован 0,5 % мас. бутадиен-метилстирольным каучуком СКМС-30.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотарев, В. А. Долговечность дорожных асфальтобетонов [Текст] / В. А. Золотарев. – Харьков : Вища школа, 1977. – 116 с.
2. Ефремов, С. В. Долговечность асфальтобетона под действием нагрузок и агрессивных сред [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.05 / С. В. Ефремов. – Харьков, 2010. – 217 с.

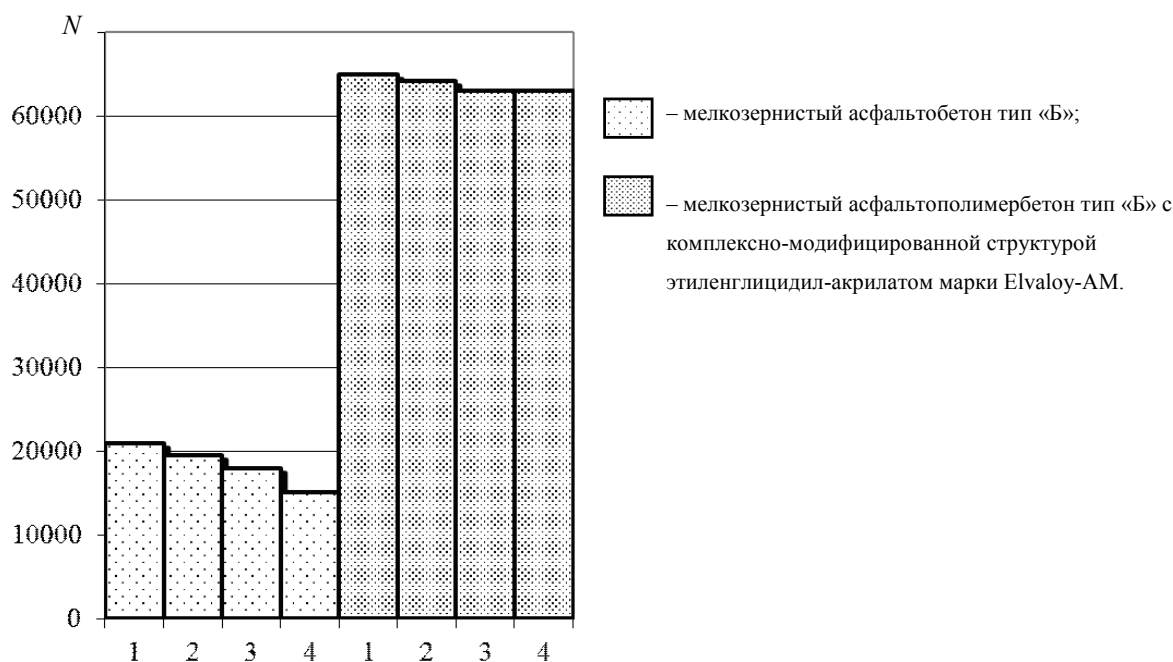


Рисунок 3 – Сравнение значений усталостной долговечности различных типов асфальтобетонов (N) в зависимости от действия на них в течение 15 суток агрессивных сред: 1 – воздух; 2 – вода; 3 – водный раствор 5 % NaCl; 4 – водный раствор 2 % HCl.

3. Струганов, Е. В. Влияние антигололедных реагентов на коррозионную устойчивость асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [Текст] / Е. В. Струганов, Г. С. Меренцова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2011. – № 1. – С. 273–276.
4. Гончаренко, В. И. Термическая и динамическая усталость дорожного асфальтового бетона [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.05 / В. И. Гончаренко. – Макеевка, 1983. – 176 с.
5. Оценка влияния активированных минеральных порошков и полимерных модификаторов на температуру хрупкости асфальто вяжущего вещества [Текст] / Е. А. Ромасюк, В. И. Братчун, В. В. Гончаренко, Ахмед Талиб Мутташар Мутташар // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Макіївка : ДонНАБА, 2013. – Вип. 2013-1(99) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 84–91.
6. Седов, А. В. Влияние агрессивных сред противогололедных материалов на разрушение асфальтобетонных покрытий от знакопеременных температур и циклических нагрузок [Текст] / А. В. Седов // Вестник ХНАДУ. – Харьков : ХНАДУ, 2006. – № 34-35. – С. 48–51.
7. Подольский, В. П. Коррозионная устойчивость асфальтобетонов с использованием минерального порошка из углеродсодержащих материалов [Текст] / В. П. Подольский, А. В. Ерохин // Научный Вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Воронеж, 2008. – № 1. – С. 249–252.
8. Ахмед, Талиб Мутташар Мутташар. Модифицированные асфальтобетонные смеси для устройства покрытий нежестких дорожных одежд в климатических условиях республики Ирак [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.05 / Ахмед Талиб Мутташар Мутташар. – Макеевка, 2013. – 168 с.
9. Эль-Хаг, Адиль Ибрагим. Дорожные асфальтополимерсеробетоны для региональных условий республики Судан [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.05 / Эль-Хаг Адиль Ибрагим. – Макеевка, 1998. – 138 с.
10. Романюк, Е. А. Физические свойства и деформационно-прочностные характеристики комплексно-модифицированных асфальто вяжущих веществ [Текст] / Е. А. Ромасюк // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – Макіївка : ДонНАБА, 2014. – Вип. 2014-1(105) : Сучасні будівельні матеріали. – С. 17–23.

Получено 08.12.2015

Є. О. РОМАСЮК, В. Л. БЕСПАЛОВ, Д. В. ГУЛЯК, А. Г. ДОЛЯ, В. П. ДЕМЕШКІН,
Ю. В. БЕЛОУС, Л. О. КУРКЧИ
ВПЛИВ АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ
АСФАЛЬТОБЕТОНІВ ПІД ДІЄЮ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У роботі досліджено вплив агресивних середовищ у вигляді водних розчинів солі, кислот і поперемінного заморожування-відтавання на втомну довговічність асфальтобетонів під дією динамічних навантажень. Встановлено, що найбільшу стійкість до впливу агресивних середовищ мають асфальтобетони з комплексно-модифікованою структурою, яка включає введення полімерних добавок в органічні в'язучі і активацію поверхні мінеральних матеріалів розчинами полімерів.
асфальтобетон, втомна довговічність, модифікатор, агресивне середовище

EVGENY ROMASYUK, VITALY BESPALOV, DENIS GULYAK, ANATOLIY DOLYA,
VALENTIN DEMESCHKIN, YULIA BELOUS, LIDIA KURKCHI
THE IMPACT OF AGGRESSIVE MEDIA ON THE DURABILITY OF ASPHALT
CONCRETE UNDER DYNAMIC LOADS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The paper considers the influence of aggressive media in the form of aqueous solutions of salts, acids, and alternate freezing and thawing on the fatigue life of asphalt concrete under dynamic loads. It was found out that the greatest resistance to aggressive media possess the asphalt concrete with the complex – a modified structure, which includes the introduction of polymer additives in organic binders and activating the surface of mineral materials Polymer Solutions.
asphalt concrete, the fatigue life, modifier, aggressive environment

Ромасюк Євген Олександрович – асистент кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: одержання технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорсткого дорожнього одягу на основі модифікування органічних в'язучих.

Беспалов Віталій Леонідович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: синтез органічних в'язучих для виробництва композиційних дорожньо-будівельних матеріалів, які використовуються при будівництві конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів автомобільних доріг підвищеної довговічності.

Гуляк Денис Вячеславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: одержання технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорсткого дорожнього одягу на основі модифікування органічних в'язучих.

Доля Анатолій Григорович – кандидат технічних наук, професор кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Демешкін Валентин Павлович – старший викладач кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Белоус Юлія Вікторівна – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Куркчи Лідія Олександрівна – магістрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Ромасюк Евгений Александрович – асистент кафедри автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих.

Беспалов Виталий Леонидович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: синтез органических вяжущих для производства композиционных дорожно-строительных материалов, используемых при строительстве конструктивных слоев нежестких дорожных одежд автомобильных дорог повышенной долговечности.

Гуляк Денис Вячеславович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих.

Доля Анатолий Григорьевич – кандидат технических наук, профессор кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Демешкин Валентин Павлович – старший преподаватель кафедры теплотехники, теплогасоснабжения и вентиляции Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Белоев Юлия Викторовна – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Куркчи Лидия Александровна – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Romasyuk Evgeny – assistant, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: receipts of technological and lasting travelling concretes for building of structural layers of non-rigid travelling clothes on the basis of retrofitting of organic astringent.

Bespalov Vitaly – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: Synthesis of organic astringent for a production road-build materials of compositions, used for building of structural layers of non-rigid travelling clothes of highways of the promoted longevity.

Gulyak Denis – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: receipts of technological and lasting travelling concretes for building of structural layers of non-rigid travelling clothes on the basis of retrofitting of organic astringent.

Dolya Anatoliy – Ph.D. (Eng.), Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of technogenic raw materials in road building.

Demeschkin Valentin – senior teacher, Heating Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of effective technologies of processing of technogenic raw material in the components of materials of compositions.

Belous Yulia – graduate student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of technogenic raw materials in road building.

Kurkchi Lidia – graduate student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of technogenic raw materials in road building.